

第 30 回市民セミナー
(学会設立 50 周年記念事業)

温暖化対策としてのブルーカーボンの可能性を探る
～ 研究の最新動向と今後の展望～

講演要旨集

2021 年 9 月

主催 公益社団法人 日本水環境学会

第 30 回市民セミナー
(学会設立 50 周年記念事業)

温暖化対策としてのブルーカーボンの可能性を探る
～ 研究の最新動向と今後の展望～

目次

ブルーカーボン～沿岸浅海域における気候変動の緩和	1
港湾空港技術研究所・ジャパンプルーエコノミー技術研究組合 桑江朝比呂	
都市内湾におけるブルーカーボン像の実態調査	3
大阪市立大学大学院 工学研究科 遠藤 徹	
伊勢湾アマモ場の炭素貯留の評価	4
三重県環境生活部 大気・水環境課 国分秀樹	
身近な海辺「里海」における炭素貯留の評価	5
国立環境研究所 生物多様性領域 生態系機能評価研究室 矢部 徹	

ブルーカーボン～沿岸浅海域における気候変動の緩和～

港湾空港技術研究所・ジャパンプルーエコノミー技術研究組合

桑江朝比呂

1. 国内の動向

これまで浅海生態系によるCO₂吸収量の全国推計例はなかったため、「ブルーカーボン研究会」における検討結果をもとに全国推計が初めてなされた¹⁾。その結果、現状におけるCO₂吸収量の平均値は132万トンCO₂/年、上限値は404万トンCO₂/年と見積もられた(図1)。その内訳をみると、コンブ類やホンダワラ類といった岩礁性の海藻藻場の寄与がもっとも大きく、次いでアマモ場などの砂泥性の海草藻場となっている(図2)。

これをふまえ、令和元年度より国交省が事務局、農水省、環境省、水産庁がオブザーバーとなった「地球温暖化防止に貢献するブルーカーボンの役割に関する検討会」が設置され、我が国の地球温暖化対策計画に浅海生態系を吸収源として定めるとともに、温室効果ガスインベントリへの算定を目的とした検討が開始された²⁾。

2020年10月に日本政府は2050年までにゼロエミッション達成を目標に掲げた。この目標をより確実にするためのマイルストーン的な目標となる2030年の削減目標として、政府は2021年4月に2013年比26%削減から46%に目標を引き上げるなど、国内における脱炭素化への取り組み状況は急変している。

排出源対策によるCO₂排出削減の総量は、吸収源対策によるCO₂吸収総量よりもはるかに上回ると予想されることから、ゼロエミッション達成には排出源対策が有効である。しかしながら、鉄鋼、セメント産業、船舶輸送、航空、そして長距離輸送トラックによる大型運輸など、排出ゼロ

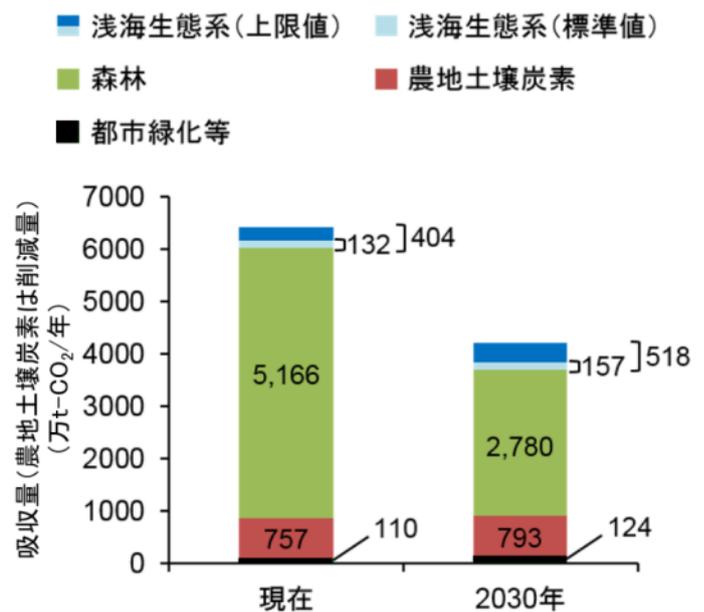


図1 浅海生態系（マングローブ、海草藻場、海藻藻場、干潟）におけるCO₂吸収量の全国推計値と我が国の他の吸収源の値（温暖化対策計画参照）との比較¹⁾。現在と2030年における自然生態系を対象とした既往文献から得られた吸収係数の平均値と上限値（不確実性を考慮し、統計的に全データの95%が入る範囲の上限）を示している。2030年の試算は、浅海生態系の保全・再生が進捗した場合の面積増加を仮定している。

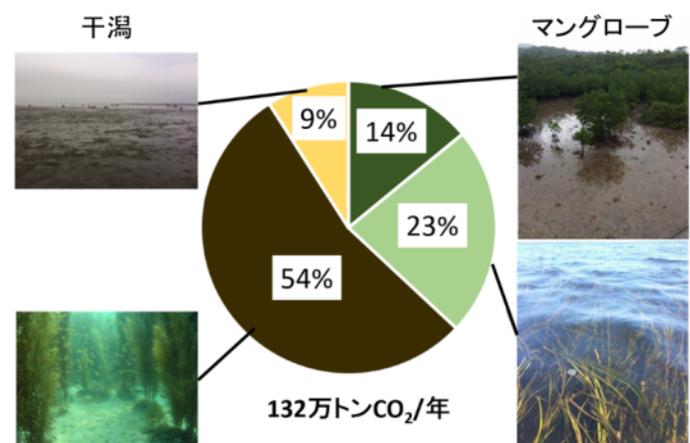


図2 浅海生態系におけるCO₂吸収量の全国推計値（図1の現在値）の内訳。

がどうしても難しい産業セクターでは、ネットゼロ目標を達成するためには吸収源対策を導入して排出を相殺する必要がある。つまり、ゼロエミッション達成には吸収源対策は必須となることから、ブルーカーボンを活用した気候変動対策はこれまでに以上に重要な意味を持つ。

2. J ブルークレジット

2021年7月に創業したジャパンプルーエコノミー技術研究組合（JBE）は、2020年度の上記検討会における検討項目の1つとして、「Jブルークレジット」と名付けられたカーボン・オフセット制度を試行した³⁾。具体的には、JBEはクレジット認証・証書発行・公募実施等の制度運営）を担当した。今回の試行では、横浜港金沢区鳥浜地先における藻場づくりの取組をクレジット対象とし、対象海域内で創出されたアマモ場とアカモク場によるCO₂吸収量をベースにカーボンオフセットクレジットが発行された。

藻場づくりの実施者がクレジット創出者としてクレジットを申請し、第三者委員会による現地検証や審査認証委員会を経て、クレジットがJBEより発行された。その後、クレジット創出者からクレジット購入者へのクレジット譲渡が実施された。現時点では、Jブルークレジットは地球温暖化対策基本法によるCO₂排出量報告においてマイナス計上することができないが、たとえば、自社ビルの電気・ガス使用によるCO₂排出量の一部をオフセットした実績として報告書等において公表することは可能となっている⁴⁾。

制度の本格施行を考えた場合、クレジット創出者を増やしていくという意味では、どのようにCO₂吸収量算定に必要な海底中の有機物量や海水中のCO₂濃度といったデータ基盤を整え、どのようにクレジット創出者の負担を軽減していくかが課題である。クレジット申請に必要なデータを自ら計測する場合には時間と費用を要することになるが、他所で取得されたデータを利用できるのであれば負担が軽くなるはずである。

クレジット認証後、ヒアリング等により継続的追加的な取組の実施有無を確認することも重要である。クレジットを取引するだけでなく、クレジット創出者が得た資金によって取り組みを維持あるいは拡大させなければ、結果として大気中のCO₂量は減らないからである。さらに、金銭のやり取りをしている以上、クレジットを登録簿等できちんと管理し、二重計上やなどを防ぐ仕組みなども重要となる。

クレジット取引量が増えると、それにともないクレジット創出者もさらに増加し、CO₂吸収量も増加するといった好循環が形成されると考えられる。

参考文献

- 1) https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/75/1/75_10/_article/-char/ja/
- 2) https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk6_000069.html
- 3) <https://www.blueeconomy.jp/credit/>
- 4) <https://www.tokyo-gas.co.jp/letter/2021/20210608.html>

都市内湾におけるブルーカーボン像の実態調査

大阪市立大学大学院工学研究科
遠藤 徹

海洋生態系によって大気中の二酸化炭素が海に吸収され、その後、海で固定される炭素は「ブルーカーボン」と呼ばれ、気候変動の緩和策として注目されている。世界各地の沿岸海域で海面の二酸化炭素フラックスが観測されており、熱帯と亜熱帯を除く沿岸域は二酸化炭素の吸収源となっていると報告されている。また、栄養が豊富で生物の活性が高い都市内湾は高い二酸化炭素の吸収能を有している可能性があり、都市内湾におけるブルーカーボン像の実態把握が望まれている。しかし、人間活動の影響を強く受ける都市内湾は海水中の二酸化炭素の変動が時間的にも空間的にも大きいため、ブルーカーボン像は複雑であることが推察される。その一方で、都市内湾は外洋に比べると人為的な管理が可能な海域であることから、都市内湾のブルーカーボン機能が解明できれば四方を海で囲まれた我が国においてブルーカーボンが気候変動に対して有効な緩和策となると期待できる。本講演では、都市内湾におけるブルーカーボン像の実態把握を目的として実施した、大阪湾における二酸化炭素フラックスの空間分布調査と大阪南港野鳥園人工干潟における二酸化炭素収支と炭素貯留の現地調査について紹介する。

大気と海水における二酸化炭素の交換は、大気と表層海水中の二酸化炭素の濃度差によって決まる。ただし、海水中の二酸化炭素は光合成や呼吸・分解といった生物作用や炭酸平衡に影響を及ぼす化学作用、気象や海象などの物理作用により常に変化する。そこで、都市内湾の二酸化炭素の吸収能の実態を把握するため、陸域の影響により湾奥から湾口にかけて水質の空間勾配を有する大阪湾の全域を対象に、春と秋に二酸化炭素フラックスの船上調査を実施した。また、後背地の環境特性が異なる播磨灘と英虞湾でも同様の調査を実施し、海域ごとのブルーカーボン像の違いについて比較する。

ブルーカーボン生態系として、マングローブや海草・藻場、塩性湿地の重要性は世界的に認知されている。一方、干潟も日本国内に広く分布する沿岸生態系のひとつであるが、干潟は分解者やベントスによる有機物の分解や呼吸が盛んな二酸化炭素の放出源と考えられていたため、ブルーカーボン機能についてはほとんど調査されていなかった。そこで、都市内湾に存在する干潟のブルーカーボン像の実態を把握するため、大阪湾の港湾海域に造成された大阪南港野鳥園の人工干潟で、干潟の干出面と海水面における二酸化炭素の吸収量と放出量の24時間観測を季節ごとに実施した。また、野鳥園干潟の堆積物で100日間の生分解試験を実施し、堆積層中に貯留される残存性有機炭素を測定した。本観測により、都市内湾に存在する干潟がブルーカーボンの場として機能していることが示唆され、干潟の保全や造成が気候変動の緩和に貢献することを紹介する。

伊勢湾アマモ場の炭素貯留の評価

三重県環境生活部 大気・水環境課
国分秀樹

国連環境計画 (UNEP) に提唱され国際的に注目されているブルーカーボンとは海洋生態系の生物活動によって固定 (隔離・貯留) される炭素の総称である。その量は地球全体の光合成活動によって固定される炭素の 55% に相当すると見積もられている。我が国は島嶼国で海岸線延長は約 3 万 5000km、国土面積当たりの海外線延長は世界 6 位と先進国では最大級であり、世界的に主要なブルーカーボン貯蔵国と評価されれば、沿岸生態系から大きな恩恵を受けていることになる。そのため我が国の沿岸に分布する生物の炭素固定がブルーカーボンに相当するのかが否かは検証すべき重要な課題である。現在までのところ、亜熱帯を分布中心とするサンゴ礁やマングローブ林における炭素固定に関する研究が先行しているが、我が国の大部分を占める温帯沿岸浅海域に生息する生物は比較的短寿命であるため、それらの場では分解が卓越するものとして整理され、炭素固定に関する研究はこれまで十分に行われていない。特に浅海域の短寿命生物の枯死・死亡後の挙動について、不明な点が多く、速やかに二酸化炭素まで分解されてしまうのか、それとも難分解性炭素として、長期間海域に貯留されるのかについて明らかにすることは、今後のブルーカーボンとしてのポテンシャルを評価する上で重要な知見になると考えられる。

本講演では、国内の代表的な閉鎖性海域である伊勢湾を対象にして、湾内の干潟及びアマモ場の短寿命生物の生産に伴う炭素量と死亡後に蓄積される難分解性の炭素量を現地調査と室内実験により評価し、堆積物を含む伊勢湾内の干潟、アマモ場の炭素貯留量の試算を行なったので紹介したい。

なお本講演の内容は、環境省総合推進費事業、「二次的自然「里海」の短寿命生態系におけるブルーカーボン評価に関する研究」の中で実施されたものである。

身近な海辺「里海」における炭素貯留の評価

国立研究開発法人 国立環境研究所 生物多様性領域 生態系機能評価研究室
矢部 徹

国連環境計画 (UNEP) に提唱され国際的に注目されているブルーカーボンという用語は海洋生態系の生物活動によって固定、貯留される炭素の総称である。下図に示したように 2002～2011 年の海域の年間炭素固定量は陸域の 25 億トンとほぼ同じ 24 億トンとされ (IPCC、2013)、固定された量の 1/10 程度の炭素が海底に隔離・埋設 (貯留) されていると見積もられている (UNEP、2009)。我が国は島嶼国であり海岸線の総延長は約 3 万 5000km で世界 6 位、先進国では最大級であり、沿岸生態系における生物による炭素固定とその積み重ねによる炭素貯留量を定量的に評価することは、気候変動 (温暖化) に対する緩和と適応を考える上で重要な取り組みである。

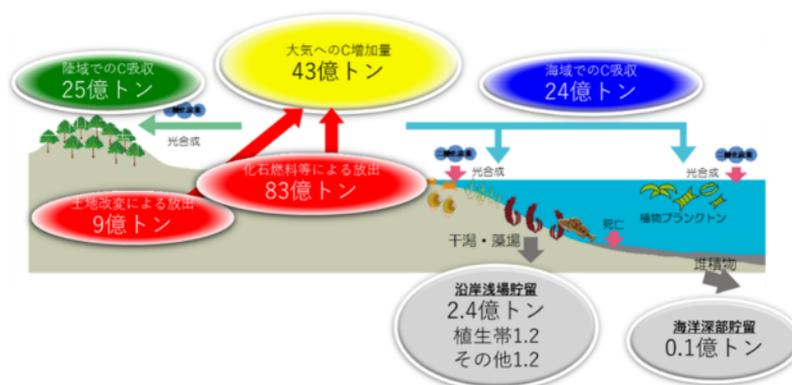


図1. 年間の全球炭素フラックス (2002-2011 の平均)。

IPCC (2013)、UNEP (2009) から作成。海域の貯留量については有機炭素のみの推定。

現在までのところ亜熱帯を分布中心とするサンゴ礁やマングローブ林における研究が先行しているが、我が国の大部分を占める温帯浅海域に生息する生物は比較的短寿命で、そこでは炭素固定と同時に固定者の死亡と分解も盛んであるため炭素貯留に関する研究は不十分であった。演者らの研究グループは、沿岸域生態系における短寿命生物群による炭素貯留効果を定量的に評価することが重要な課題であると位置づけ、環境省環境研究総合推進費による「二次的自然「里海」の短寿命生態系におけるブルーカーボン評価に関する研究」(2014-2016)以降、国立環境研究所と地方環境研究所との型共同研究「里海里湖流域圏が形成する生物生息環境と生態系サービスに関する検討」(2018-2020、代表機関：公益財団法人東京都環境公社 東京都環境科学研究所)、引き続き「里海里湖流域圏が形成する生態系機能・サービスとその環境価値に関する研究」(2021-2023、代表機関：横浜市環境創造局政策調整部 環境科学研究所)を通じて本課題に取り組んでいる。具体的には、国内の代表的閉鎖性海域であり人間活動が盛んな

里海を含む沿岸域を対象とし、各地に生息する大型植物および表在藻類、底生動物（優占種）の種組成及び現存量を計測すると同時に、これら短命生物各種およびそれぞれの生息場における底質表層を試料とした室内生分解性試験を行っている。試料を実験前に十分に乾燥させた後、ボールミルを用いて微粉碎化することで分解の初期過程を促進させ、実験試料は好気条件下で適切な攪拌を与えることで最終的な難分解性物質の炭素含有量を迅速に求めることを目的とした。フラスコ内に各種粉体試料と人工海水、植種用海水を入れ、20 暗所恒温室において 100rpm で攪拌して試験に供した。別途検討した燃焼温度可変法によって CN コーダーを用いて懸濁態有機炭素量(POC)および懸濁態無機炭素量(PIC)を計測した。濾液は水中全有機態炭素計を用いて DOC および DIC を計測した。採取・計測は実験開始から試料を投入直後に回収した 0 日後から適宜観測を継続し、100、200 日後まで実施した。難分解性炭素の残存率から炭素貯留の原単位を算出し、各海域における炭素貯留量を算出した。研究成果の一部は国分ら(2017)、Ishii et al. (2021)に報告している。

上記に加えて我が国の沿岸域を取り扱う際に留意せねばならない特徴がある。海洋国・水産国であるが故、沿岸域は身近な海辺、「里海(さとうみ)」として人間によるワイズユースが進められてきた歴史がある。水産業やレクリエーションによる積極的な利活用からバードサンクチュアリのような保護的管理まで、また立地要件としても埋め立てによる面積縮小やその代償としての干潟・浅場造成や自然再生活動まで地域ごとに多様な利活用がみられる。それらの利活用が沿岸域生態系における生態系サービスに及ぼす影響について検討している。生態系サービスとしての炭素貯留に注目し、各地の里海における炭素貯留量の評価を通じて沿岸域における利活用が里海を含む地域固有の生態系サービスに及ぼす影響についても言及する。

参考文献

- 国分秀樹, 石井裕一, 宮崎 一, 矢部 徹(2017) ブルーカーボン評価に向けた伊勢湾内干潟アマモ場における炭素貯留量の試算. 土木学会論文集 B2 (海岸工学) 73(2), I_1261-I_1266 .
- Ishii Y, Kokubu H, Miyazaki H, Shinchilelt B & Yabe T (2021) Laboratory studies on the biodegradation of organisms for estimating carbon storage potential in coastal aquatic ecosystems. COASTAL ENGINEERING JOURNAL, <https://doi.org/10.1080/21664250.2021.1917918>.
- IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker,. Cambridge University Press, USA, 1535 pp.
- UNEP (2009) Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme. Birkeland Trykkeri AS, Norway, 80pp.